
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2009/2010

April 2010

EEM 323 – SISTEM PERALATAN & PENGUKURAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi dua bahagian, **Bahagian A** dan **Bahagian B**.

Jawab **EMPAT (4)** soalan dalam Bahagian A dan **SATU (1)** soalan dalam Bahagian B.
Jawab **LIMA (5)** soalan.

Gunakan dua buku jawapan yang diberikan supaya jawapan-jawapan bagi soalan-soalan **Bahagian A** adalah di dalam satu buku jawapan dan bagi **Bahagian B** di dalam buku jawapan yang lain.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

...2/-

Bahagian A - Jawab EMPAT (4) soalan

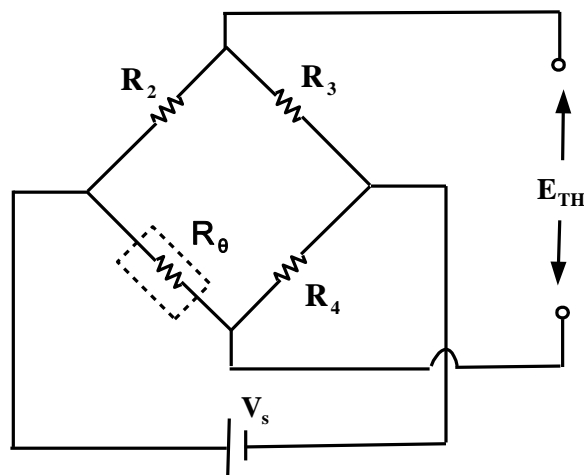
1. (a) Secara ringkasnya terangkan parameter-parameter penting dalam merekabentuk litar tetimbang bagi pengesanan sensor.

Briefly explain the important parameters when designing bridge circuit for sensor detection.

(40 markah/marks)

- (b) Dalam merekabentuk litar pengesanan bagi pengukuran suhu, tetimbang Wheastone empat lengan seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1(b) dicadangkan. Dalam litar ini, R_2 , R_3 dan R_4 adalah rintangan tulen manakala R_θ adalah termistor bagi pengesanan suhu.

In designing a sensing circuit for temperature measurement a four arm Wheastone bridge shown in Figure 1(b) has been proposed. In this circuit, R_2 , R_3 and R_4 are pure resistances and R_θ is a thermistor as themperature sensor.



Rajah 1(b)
Figure 1(b)

Rintangan termistor berubah dengan suhu $\theta(k)$ mengikut persamaan berikut.

The resistance of a thermistor varies with temperature $\theta(k)$ according to the following equation.

$$R_{\theta} = 0.0585e^{\left(\frac{3260}{\theta}\right)}$$

Rekabentuk litar pengesanan memenuhi spesifikasi berikut

Design the detection circuit to the following specifications

- (i) julat input 0 hingga 50°C,
input range 0 to 50°C,
- (ii) julat output 0 hingga 1.0v,
output range 0 to 1.0v,
- (iii) hubungan antara output dan input seakan-akan linear.
relationship between output and input to be approximately linear.

(60 markah/marks)

2. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas, terangkan dengan jelas prinsip berkerja Anemometer berdawai panas atau berselaput panas. Cadangkan satu kekurangan yang ketara peralatan ini bagi tujuan pengukuran aliran.

Using neatly drawn diagrams, clearly explain the working principles of Hot-Wire or Hot-Film Anemometers. Suggest one principal limitation of this instrument for flow measurement.

(40 markah/marks)

...4/-

- (b) Filamen tungsten yang dipanaskan telah digunakan untuk pengukuran halaju bendalir pada suhu 25°C . Bagi memastikan rintangan tetap pada 85Ω , diperhatikan arus mengalir melalui filamen perlu ditingkatkan dari 10 mA ke 20 mA apabila kadar halaju meningkat dari 5 m/s ke 90 m/s. Dengan menggunakan data filamen di bawah.

A heated tungsten filament has been used for velocity measurement in a fluid of temperature 25°C . In order to maintain a constant resistance of 85Ω , it was observed that a current flowing through a filament needed to be increased from 10 mA to 20 mA when the flow rate increased from 5 m/s to 90 m/s respectively. Use the filament data below to

- (i) kira koefisien pemindahan haba sistem,
calculate the heat transfer coefficient of the system,
(40 markah/marks)
- (ii) tentukan kesesuaian system apabila mengukur pengaliran yang bergolak, yang mengandungi frekuensi golakan mencapai 10 kHz dan pada keadaan mantap 120 m/s dan 5 mA.

determine the suitability of the system when measuring turbulence flow, containing frequency fluctuations up to 10 kHz, about a steady state of 120 m/s and 5 mA.

(20 markah/marks)

Diberikan
Given

Data filamen
Filament data

Jisim
Mass $1 \times 10^{-4} \text{ Kg}$

Luas permukaan
Surface area $2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

Rintangan pada 0°C
Resistance at 0°C 15Ω

Koefisien suhu rintangan
Temperature coefficient of resistance $5.0 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Kemuatan haba
Heat capacity $1.3\mu\text{J } ^\circ\text{C}^{-1}$

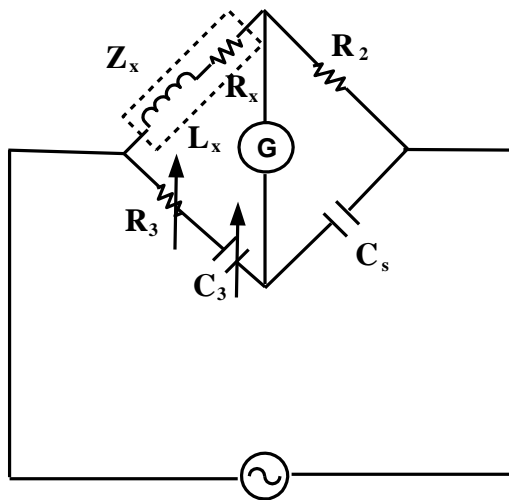
3. (a) Terangkan bagaimana litar tetimbang ac yang mudah berfungsi dan terbitkan ungkapan bagi parameter yang tidak diketahui. Seterusnya kenalpasti semua langkah berjaga-jaga apabila menggunakan tetimbang ac bagi pengukuran impedans.

Explain how a simple ac bridge circuit operates and derive the expression for the unknown parameters. Hence identify few precautions when using ac bridge for impedance measurement.

(40 markah/marks)

- (b) Litar tetimbang ac empat lengan telah digunakan untuk mengukur impedans yang tak diketahui $Z_x = R_x + j\omega L_x$ seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3(b). Satu lengan mengandungi kapasitan piawai C_s dan lengan yang bersebelahan mengandungi rintangan boleh-ubah R_3 dan kapasitan C_3 secara bersiri. Manakala itu R_2 adalah perintang tetap.

A four arm ac bridge has been used for the measurement of unknown impedance $Z_x = R_x + j\omega L_x$ as shown in Figure 3(b). One arm consists of the standard capacitance C_s and an adjacent arm contain adjustable resistance R_3 , and capacitance C_3 in series. Meanwhile R_2 is a fixed resistor.



Rajah 3(b)
Figure 3(b)

Pada keseimbangan dan menggandaikan $R_3 = 40\Omega$, $C_3 = 10\mu F$, $R_2 = 60\Omega$ dan $C_s = 25\mu F$.

At balanced and assuming $R_3 = 40\Omega$, $C_3 = 10\mu F$, $R_2 = 60\Omega$ and $C_s = 25\mu F$.

- (i) kirakan impedans yang tidak diketahui Z_x ,
calculate the unknown impedance Z_x , (50 markah/marks)
- (ii) lakar rajah fasor bagi tetimbang.
draw the phasor diagram for the bridge. (10 markah/marks)

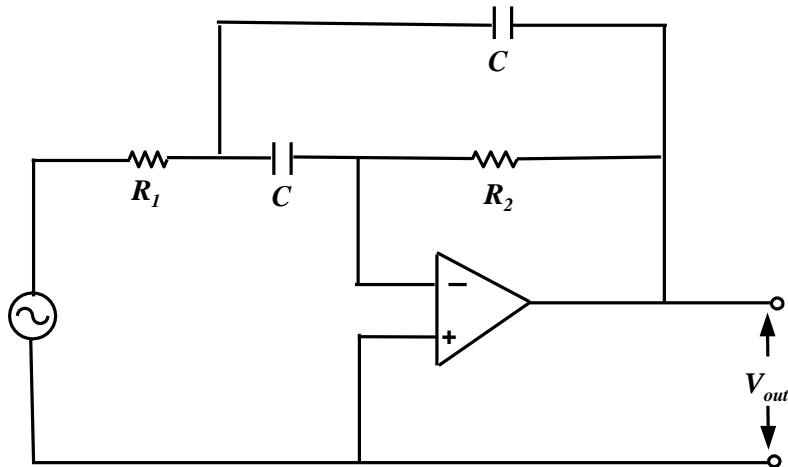
4. (a) Senaraikan perbezaan di antara penapis pasif dan aktif. Nyatakan semua kelebihan penapis aktif.

List the differences between passive and active filters. State all the major advantages of active filters.

(40 markah/marks)

- (b) Penapis laluan berjalur sempit seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 4(b) telah dicadangkan untuk mengukur isyarat yang dicemari dengan hingar.

A narrow-band-pass filter as shown in Figure 4(b), has been proposed for measuring signals corrupted with noise.



Rajah 4(b)
Figure 4(b)

Fungsi pindah penapis diberikan oleh

The transfer function of filter is given by

$$H(S) = \frac{(-1/R_1 C) s}{s^2 + (1/R_2) (2/C) s + 1/R_1 R_2 C^2}$$

- (i) Rekabentuk penapis di atas supaya $f_c=1$ kHz, $Q=5$ dan $G=50$,
design the above filter such that $f_c=1$ kHz, $Q=5$ and $G=50$,
(40 markah/marks)
- (ii) seterusnya, nyatakan pengubahsuaian yang diperlukan dalam
Rajah 4(b) supaya $G=20$.
hence what modification is needed in Figure 4(b) such that $G=20$.
(20 markah/marks)

Diberikan

Given

Fungsi pindah penapis laluan berjalur sempit

General transfer function of a narrow-band-pass filter

$$H(S) = \frac{G(\omega_c / Q)s}{s^2 + (\omega_c / Q)s + \omega_c^2}$$

5. (a) Menggunakan lakaran gambarajah yang kemas, jelaskan autokorelasi isyarat $x(t)$. Nyatakan satu penggunaan autokorelator.

Using neatly drawn diagram, explain clearly the autocorrelation of a signal $x(t)$. Describe one application of an autocorrelator.

(40 markah/marks)

- (b) Rajah 5(b) menunjukkan fungsi autokorelasi isyarat $y(t)$ yang dihantar melalui talian yang bising.

Figure 5(b) shows a typical auto-correlation function of a signal $y(t)$ transmitted over a noisy transmission link.

Rajah 5(b)
Figure 5(b)

Dari Rajah 5(b), anggarkan

From Figure 5(b), estimate

- | | | |
|-------|--|-------------------|
| (i) | kuasa isyarat
<i>signal power</i> | (20 markah/marks) |
| (ii) | kuasa hingar
<i>noise power</i> | (10 markah/marks) |
| (iii) | nisbah isyarat-ke-hingar
<i>signal to noise ratio in dB</i> | (10 markah/marks) |
| (iv) | amplitud isyarat
<i>signal amplitude</i> | (10 markah/marks) |
| (v) | frekuensi isyarat
<i>signal frequency</i> | (10 markah/marks) |

Bahagian B - Jawab SATU (1) soalan

1. (a) Bezakan prinsip kerja bagi wayar panas dan halaju imej partikel dalam pengukuran aliran

Differentiate between the working principle of hot wire and particle image velocimetry used in the measurement of flow.

(20 markah/marks)

- (b) Bermula daripada persamaan Bernoulli dan kesinambungan, terbitkan ungkapan berikut yang boleh digunakan untuk mengukur kadar aliran dengan sebuah meter venturi yang dipasang secara kedudukan mengufuk:

Starting from Bernoulli and continuity equations, derive the following expression that can be used to measure flow rate with a venturi meter installed at horizontal position:

$$Q = \frac{C_D A_o}{\sqrt{1 - A_o^2 / A_1^2}} \sqrt{2g\Delta h}$$

Di sini:

Where:

C_D = pemalar luahan

C_D = coefficient of discharge

A_o = luas keratan rentas kerongkong

A_o = throat cross sectional area

A_1 = luas keratan rentas paip
 A_1 = *pipe cross sectional area*

Δh = kejatuhan turus piezometer
 Δh = *piezometric head drop*

(40 markah/marks)

- (c) Sebuah aci tersambung pada enjin berputar pada 1000 putaran/min mencapai kelajuan 10mm/s. Kirakan kuasa terserap apabila daya 800N diperlukan bagi pergerakan lurus. Kirakan juga kuasa terserap bagi tork yang terhasil pada aci. Tork diukur dengan sebuah transduser daya memberikan nilai purata bacaan 500N pada jejari 100mm daripada paksi axis.

A shaft attached at the engine is running at 1000r/min advances at a speed of 10mm/s. Calculate the power absorbed when a thrust of 800N was required for a linear motion. Calculate also the power absorbed by the torque exerted on the shaft. The torque is measured by a force transducer which gives a mean reading of 500N at a radius of 100mm from the shaft axis.

(40 markah/marks)

ooo0ooo